

51

Int. Cl. 2:

H 01 7/30

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 46 789 A 1

11

# Offenlegungsschrift 24 46 789

21

Aktenzeichen:

P 24 46 789.8-33

22

Anmeldetag:

27. 9. 74

43

Offenlegungstag:

2. 9. 76

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Korpuskularstrahlptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats

71

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

72

Erfinder:

Koops, Hans, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 6101 Nieder-Ramstadt

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

DT 24 46 789 A 1

Unser Zeichen:  
VPA 74/8329  
Bw/Lo

2446789

Korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung  
eines Präparats

Die Erfindung bezieht sich auf ein korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats in Form eines Flächenmusters, das unbelichtete Teilflächen aufweist, die zumindest annähernd vollständig von belichteten Flächen umgeben sind.

Es ist bekannt, derartige Flächenmuster mit Hilfe eines Raster-Elektronenmikroskops zu erzeugen. Bei diesem wird der Elektronenstrahl auf dem Präparat fokussiert und rasterförmig über dieses hinweggeführt. Die Hell- bzw. Dunkelsteuerung des Strahls erfolgt bei einer bekannten Vorrichtung unter Verwendung eines Lichtpunkt-Abtasters (Flying-Spot-Scanner). Dieser besteht aus einer Kathodenstrahlröhre, deren Leuchtschirm vom Elektronenstrahl gleichmäßig beschrieben wird. Der sich damit ergebende Lichtpunkt beleuchtet eine Maske, die ein dem zu erzeugenden Flächenmuster entsprechendes Muster aufweist. Das von der Maske durchgelassene Licht dient als Hellsteuersignal des mit der Kathodenstrahlröhre synchronisierten Raster-Elektronenmikroskops (vgl. Rev. Sci. Instr. 44 (1973), Seiten 1282 - 1285).

Bei einer weiteren bekannten Vorrichtung erfolgt die Hellsteuerung des Elektronenstrahls des Mikroskops mit Hilfe eines Digitalrechners. Die zu beleuchtenden Flächen werden dabei nacheinander mit dem Elektronenstrahl jeweils rasterförmig beschrieben (vgl. J. Vac. Sci. Technol. 10 (1973), Seiten 1052 - 1055).

2446789

Die beiden genannten Vorrichtungen erfordern einerseits einen erheblichen apparativen Aufwand. Andererseits ist die Herstellungszeit eines Flächenmusters von dessen Form und Größe abhängig. Sie ist mindestens gleich dem Produkt aus der Gesamtzahl der zu belichtenden Rasterpunkte und der erforderlichen Belichtungszeit eines derartigen Punktes. Unter Rasterpunkt ist dabei eine Fläche zu verstehen, die gleich der Querschnittsfläche des Elektronenstrahls auf dem Präparat ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein korpuskularstrahloptisches Gerät zu schaffen, das die Korpuskelbestrahlung eines Präparats in der eingangs genannten Form in einfacher und schneller Weise ermöglicht. Die Lösung dieser Aufgabe besteht gemäß der Erfindung darin, daß eine gleichmäßig mit Korpuskeln bestrahlte Maske vorgesehen ist, die ein dem zu erzeugenden Flächenmuster entsprechendes Muster sowie ein Stützgitter besitzt, das die den unbelichteten Teilflächen des Flächenmusters entsprechenden Teilflächen der Maske trägt und das aus parallelen Streifen besteht, und daß das Bild der Maske zumindest annähernd senkrecht zur Richtung der Streifen um einen Betrag auslenkbar ist, der zumindest gleich der Breite der Streifen ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Gerät ist die Maske korpuskularstrahloptisch auf dem Präparat abgebildet; dieses Bild wird während der Belichtung in der angegebenen Weise ausgelenkt. Die durch das Stützgitter hervorgerufenen Unterbrechungen zusammenhängender, zu belichtender Linien bzw. Teilflächen sind damit beseitigt. Die gesamte Belichtungszeit des Präparats ist wesentlich geringer als bei den bekannten Vorrichtungen. Das Bestrahlungsmuster ist nämlich nicht mehr Punkt für Punkt, sondern während eines einzigen Belichtungs Vorganges - bis auf die genannten Unterbrechungen zusammenhängender Linien bzw. Teilflächen - vollständig erzeugt.

2446789

Die der Beseitigung der genannten Unterbrechungen dienende Auslenkung des korpuskularstrahloptischen Maskenbildes kann dadurch vorgenommen werden, daß die Maske mechanisch in geeigneter Weise verschoben wird. Eine Alternative hierzu besteht darin, das Bild der Maske mittels eines Ablenksystems auf elektrischem oder magnetischem Wege zu verschieben. In diesem Fall sind elektrische Feldplatten oder magnetische Ablenkspulen vorgesehen, mit denen der abbildende Korpuskularstrahl auslenkbar ist. Der Korpuskularstrahl kann entweder einmalig um den gewünschten Betrag oder mehrmals ausgelenkt werden. Im letzteren Fall kann die Auslenkung z. B. sägezahn- oder sinusförmig erfolgen.

Es ist bekannt (Optik 36 (1972), Seiten 93 - 110), ein Strichgitter, das abwechselnd belichtete und unbelichtete Streifen aufweist, dadurch zu erzeugen, daß ein aus waagerechten und senkrechten elektronenundurchlässigen Streifen bestehendes Kreuzgitter elektronenoptisch auf einem Präparat projiziert und in Richtung der waagerechten Streifen des Kreuzgitters um einen Betrag ausgelenkt wird, der gleich der Breite der senkrechten Streifen des Gitters ist. Ein Flächenmuster mit isolierten unbelichteten Teilflächen ergibt sich hierbei jedoch nicht.

In den Figuren 1 bis 3 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 ein elektronenoptisches Verkleinerungsgerät zur Abbildung des elektronenoptischen Bildes einer Maske auf einem Präparat,

Fig. 2 einen Ausschnitt aus der Maske,

Fig. 3 das sich auf dem Präparat ergebende Flächenmuster.

2446789

Das in Fig. 1 gezeigte elektronenoptische Verkleinerungs-  
gerät 1 dient der Herstellung von Mikroschaltungen. Es weist  
eine Elektronenquelle 2, einen Kondensor 3, eine magnetische  
Feldlinse 4 und eine Verkleinerungslinse 5 auf. In der Mitte  
der Feldlinse 4 befindet sich eine Maske 6, die gleichmäßig  
bestrahlt ist (vgl. den eingezeichneten Strahlengang 7) und  
deren elektronenoptisches Bild in der Registrierebene 9 des  
Gerätes 1 abgebildet ist. Am Ort der Eintrittspupille 10 der  
Verkleinerungslinse 5 befinden sich elektrostatische Ablenk-  
platten 11, die eine Auslenkung des in der Registrierebene 9  
vorliegenden, verkleinerten elektronenoptischen Bildes der  
Maske 6 ermöglichen. In der Figur ist ferner ein Elektronen-  
mikroskop 12 dargestellt, das dem Verkleinerungsgerät 1 nach-  
geordnet ist und das zur Kontrolle und Scharfstellung des  
elektronenoptischen Bildes in der Registrierebene 9 dient.  
Das Elektronenmikroskop 12 weist eine Objektivlinse 13, eine  
Projektivlinse 14 und einen Leuchtschirm 15 auf.

In der Registrierebene 9 des Verkleinerungsgerätes 1 ist ein  
Präparat 8 angeordnet, das mit einer elektronenempfindlichen  
Schicht, z. B. Fotoresist-Lack, bedeckt ist. Zur Bestrahlung  
des Präparats 8 in Form eines Flächenmusters, das unbelich-  
tete Teilflächen aufweist, die zumindest annähernd vollständig  
von belichteten Flächen umgeben sind, besitzt die Maske 6 z. B.  
eine in Fig. 2 ausschnittsweise wiedergegebene Gestalt. Die  
Maske 6 ist als elektronenundurchlässige Fläche 16 ausgebil-  
det, die Öffnungen 17 zum Durchtritt von Elektronen aufweist.  
Diese fallen auf das Präparat 8 und belichten es an den den  
Öffnungen 17 entsprechenden Stellen. Die Maske 6 ist mit einem  
Stützgitter aus parallelen und gleich breiten Streifen 18 ver-  
sehen, die ebenfalls elektronenundurchlässig sind und die die  
Teilflächen der Maske 6 tragen, die vollständig von Öffnun-  
gen 17 umgeben sind. In Fig. 2 ist eine solche Teilfläche mit  
19 bezeichnet. Während der Belichtung des Präparats 8 sind die  
Ablenkplatten 11 zeitweise derart erregt, daß das elektronen-

2446789

optische Bild der Überlagerung von Maske und Stützgitter senkrecht zur Richtung der Streifen 18 des Stützgitters (vgl. Pfeil 20) um einen Betrag ausgelenkt wird, der gleich der Breite B der Streifen ist. Die Erregung der Ablenkplatten 11 erfolgt dabei mittels eines andeutungsweise dargestellten Sägezahngenerators 21. Auf dem Präparat 8 ergibt sich ein Bestrahlungsmuster, das in Fig. 3 dargestellt ist. Das Bestrahlungsmuster besitzt belichtete Flächen, die in sich geschlossen sind und die unbelichtete Flächen U umgeben. Die belichteten Flächen bestehen aus den Teilen F und L. Die Teile L sind auf dem Präparat unmittelbar bestrahlt, während die Teile F durch Auslenkung des abbildenden Elektronenstrahls belichtet sind. Nach entsprechender Behandlung, beispielsweise Ablösen der elektronenempfindlichen Schicht an den belichteten Stellen, lassen sich auf dem Präparat Flächen erzeugen, die sich in ihrer Funktion von den umgebenden Flächen unterscheiden. So ist es z. B. möglich, die freien Flächen des Präparats mit Metall-Ionen zu dotieren; diese Flächen können ferner als Isolierflächen oder als Leiterbahnen ausgebildet werden. Es sei noch erwähnt, daß Leiterbahnen durch Elektronenbestrahlung auch direkt gebildet werden können. In diesem Fall ist das Präparat mit einer Schicht zu bedecken, die eine durch Elektronenbestrahlung reduzierbare Metallverbindung enthält.

Wie aus Fig. 2 bzw. 3 zu entnehmen ist, führt die Auslenkung des elektronenoptischen Bildes der Maske 6 zu einer Verbreiterung der belichteten Flächen parallel zur Richtung des Stützgitters. Ist diese Verbreiterung unerwünscht, so ist es, wie in Fig. 2 dargestellt, möglich, die Breite der diesen Flächen entsprechenden Öffnungen 17 um einen Betrag zu verkleinern, der gleich der Breite der Streifen 18 des Stützgitters ist. Ferner ist es möglich, die Maske neben dem in der Figur dargestellten Stützgitter mit einem weiteren, dazu senkrechten Stützgitter zu versehen. Damit ist eine erhöhte mechanische Stabilität der den unbelichteten Teilflächen ent-

2446789

sprechenden Flächen der Maske gegeben. Aus der Beschreibung des Ausführungsbeispiels mit einem Stützgitter ergibt sich, daß im Falle zweier Stützgitter das elektronenoptische Bild zusätzlich senkrecht zur Richtung der Streifen des zweiten Stützgitters um einen Betrag ausgelenkt werden muß, der mindestens gleich der Streifenbreite dieses Gitters ist.

Die Anwendung der Erfindung kommt, wie anhand der Figuren erläutert, in erster Linie bei elektronenoptischen Verkleinerungsgeräten infrage. Die Erfindung kann jedoch auch in Elektronenbestrahlungsgeräten eingesetzt werden, die das Bild der Maske im Verhältnis 1 : 1 auf einem Präparat abbilden. Ferner ist es möglich, die Erfindung bei ionenoptischen Bestrahlungsgeräten zu verwenden.

3 Figuren

2 Ansprüche

2446789

Patentansprüche

1. Korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats in Form eines Flächenmusters, das unbelichtete Teilflächen aufweist, die zumindest annähernd vollständig von belichteten Flächen umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine gleichmäßig mit Korpuskeln bestrahlte Maske (6) vorgesehen ist, die ein dem zu erzeugenden Flächenmuster entsprechendes Muster sowie ein Stützgitter besitzt, das die den unbelichteten Teilflächen (U) des Flächenmusters entsprechenden Teilflächen (19) der Maske (6) trägt und das aus parallelen Streifen (18) besteht, und daß das Bild der Maske (6) zumindest annähernd senkrecht zur Richtung der Streifen (18) um einen Betrag auslenkbar ist, der mindestens gleich der Breite (B) der Streifen (18) ist.

2. Korpuskularstrahloptisches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ablenssystem (11) vorgesehen ist, mit dem der abbildende Korpuskularstrahl auslenkbar ist.



8  
Leerseite

Fig. 1

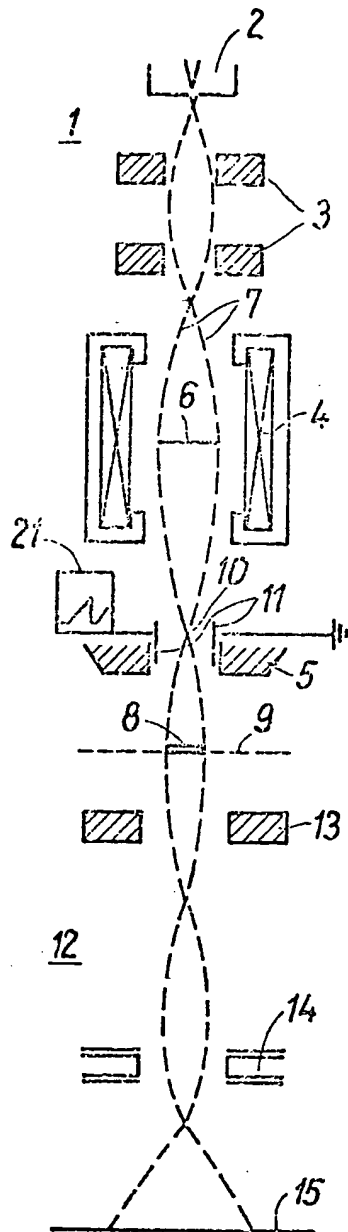


Fig. 2

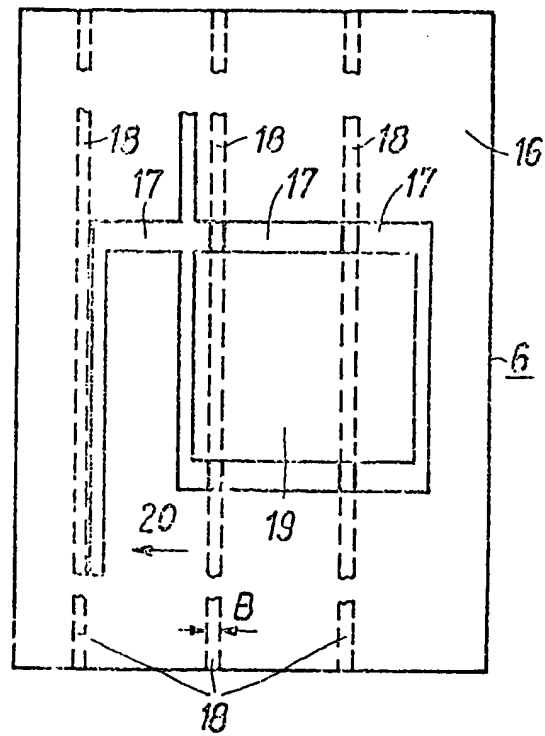


Fig. 3

